

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

<b>Applicants:</b>	Moon-Suk Suh, et al.	<b>Examiner:</b>	Unassigned
<b>Serial No:</b>	Unassigned	<b>Art Unit:</b>	Unassigned
<b>Filed:</b>	Herewith	<b>Docket:</b>	16783
<b>For:</b>	AN ELECTRO-RHEOLOGICAL FLUID COMPRISING DRIED WATER-SOLUBLE STARCH AND ADDITIVE		<b>Dated:</b> June 25, 2003

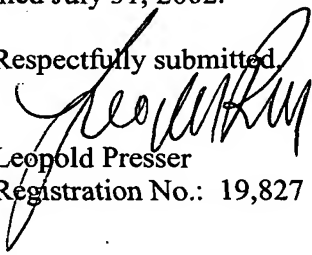
Commissioner for Patents  
Alexandria, VA 22313-1450

**CLAIM OF PRIORITY**

Sir:

Applicants in the above-identified application hereby claim the right of priority in connection with Title 35 U.S.C. § 119 and in support thereof, herewith submit a certified copy of Korean Patent Application No. 2002-0045361 filed July 31, 2002.

Respectfully submitted,

  
Leopold Presser  
Registration No.: 19,827

Scully, Scott, Murphy & Presser  
400 Garden City Plaza  
Garden City, New York 11530  
(516) 742-4343

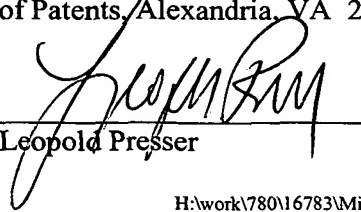
---

**CERTIFICATE OF MAILING BY "EXPRESS MAIL"**

"Express Mail" Mailing Label Number: EV 167077018 US  
Date of Deposit: June 25, 2003

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. §1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner of Patents, Alexandria, VA 22313-1450 on June 25, 2003.

Dated: June 25, 2003

  
Leopold Presser



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0045361  
Application Number PATENT-2002-0045361

출원 년 월 일 : 2002년 07월 31일  
Date of Application JUL 31, 2002

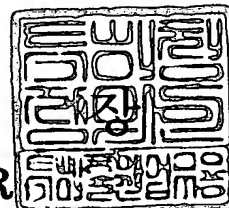
출원인 : 국방과학연구소  
Applicant(s) AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT



2002 년 11 월 18 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2002.07.31
【국제특허분류】	C08B 30/30
【발명의 명칭】	건조된 수용성 전분 및 첨가제를 포함하는 전기변성유체
【발명의 영문명칭】	A ELECTRO-RHEOLOGICAL FLUID COMPRISING DRIED WATER-SOLUBLE STARCH AND ADDITIVES
【출원인】	
【명칭】	국방과학연구소
【출원인코드】	3-1998-005826-2
【대리인】	
【성명】	박장원
【대리인코드】	9-1998-000202-3
【포괄위임등록번호】	2001-014533-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	서문석
【성명의 영문표기】	SUH, Moon-Suk
【주민등록번호】	500107-1000122
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포 아파트 210-602호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신민재
【성명의 영문표기】	SHIN, Min-Jae
【주민등록번호】	560612-1036620
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 럭키하나 아파트 101-301호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최교준
【성명의 영문표기】	CHOI, Kyo-Jun

【주민등록번호】	650522-1773319
【우편번호】	302-280
【주소】	대전광역시 서구 월평동 무궁화 아파트 103-203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한인식
【성명의 영문표기】	HAN, In-Sik
【주민등록번호】	670214-1676213
【우편번호】	301-770
【주소】	대전광역시 중구 중촌동 현대아파트 112-503호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정순규
【성명의 영문표기】	JEONG, Sun-Kyu
【주민등록번호】	730603-1221211
【우편번호】	302-280
【주소】	대전광역시 서구 월평동 다모아아파트 104-701호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	최승복
【성명의 영문표기】	CHOI, Seung-Bok
【주민등록번호】	550102-1228818
【우편번호】	402-208
【주소】	인천광역시 남구 주안8동 1606번지 진흥아파트 102동 1304호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이호근
【성명의 영문표기】	LEE, Ho-Guen
【주민등록번호】	680319-1068519
【우편번호】	406-050
【주소】	인천광역시 연수구 옥련동 633 현대 207동 1406호
【국적】	KR
【심사청구】	청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
박장원 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 2 면 2,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 9 항 397,000 원

【합계】 428,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

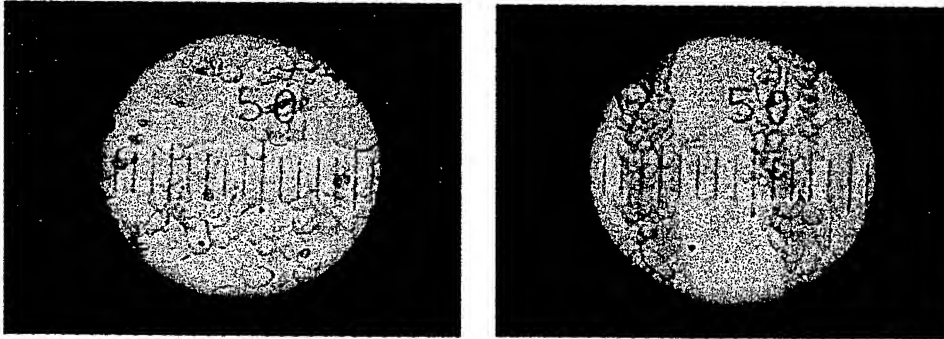
【감면후 수수료】 214,000 원

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 수용성 전분을 전도성 입자로서 포함하며, 유체의 유동성 향상과 입자의 침전 현상을 완화시키기 위하여 첨가제가 첨가된 전기변성유체에 관한 것이다. 본 발명에 따른 전기변성유체는 현가 장치, 제진대, 엔진 마운트 등의 제어가 가능한 가변감쇠 기구, 또는 브레이크, 클러치 등의 동력 장치에 응용이 가능하다.

**【대표도】****【색인어】**

전기변성유체, 수용성 전분, 계면활성제

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

건조된 수용성 전분 및 첨가제를 포함하는 전기변성유체{A ELECTRO-RHEOLOGICAL FLUID COMPRISING DRIED WATER-SOLUBLE STARCH AND ADDITIVES}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 전기장 부하에 따른 ER 효과의 미시적 개략도이다.

도 2는 본 발명의 전기변성유체를 제조하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 3은 본 발명의 전기변성유체가 전기장 부하 시에 ER 효과를 나타냄을 보여주는 미시적 현미경 사진이다.

도 4는 35 중량%의 수용성 전분 및 0.2 중량%의 NP20을 함유하는 전기변성유체의 빙햄(Bingham) 특성 실험 결과이다.

도 5는 35 중량%의 수용성 전분 및 0.2 중량%의 SPAN80을 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.

도 6a와 6b는 35 중량%의 수용성 전분 및 0.2 중량%의 BRIJ30을 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.

도 7a와 7b는 35 중량%의 수용성 전분, 및 NP20과 SPAN80을 각각 0.2 중량% 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.

도 8a와 8b는 35 중량%의 수용성 전분, 및 SPAN80과 BRIJ30을 각각 0.2 중량% 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.

도 9a와 9b는 35 중량%의 수용성 전분, 및 SPAN80, BRIJ30 및 NP20을 각각 0.2 중량% 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.

도 10a와 10b는 35 중량%의 수용성 전분 및 0.2 중량%의 BRIJ30을 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.(전단 모드에서의 온도별 비교)

도 11a와 11b는 35 중량%의 수용성 전분 및 0.2 중량%의 BRIJ30을 함유하는 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다.(유동 모드에서의 온도별 비교)

**【발명의 상세한 설명】**

**【발명의 목적】**

**【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<12> 본 발명은 수용성 전분 및 첨가제가 비전도성 용매에 분산되어 있는 전기변성유체에 관한 것이다.

<13> "전기변성유체"라 함은 가해지는 전기장의 강도에 따라 그 역학적 특성이 변하는 유체를 총칭하는 것이며, 기본적으로는 비전도성 용매 중에 강한 전도성을 갖는 입자를 분산시킨 콜로이드 용액이다. 전기변성유체는 부하되는 전기장에 의하여 항복 응력과 점성이 증가하며, 그 반응은 매우 빠르고, 전기장의 부하에 대하여 가역적인 반응을 나타낸다. 이러한 현상을 "전기변성 효과(ER 효과)"라 한다.

<14> 전기변성유체가 전기장 부하에 따라 ER 효과를 나타내는 개략적 원리는 도 1에 도시되어 있다. 도 1a에 나타낸 바와 같이, 전기장 무부하 시에 전기변성유체(101)는 전극(104) 내에서 전도성 입자(103)가 비전도성 용매(102)와 함께 유동하는 뉴토니안 유



체(Newtonian Fluid)의 특성을 나타낸다. 그러나, 도 1b에 나타낸 바와 같이, 전기장이 부하되면 항복 응력이 증가하는 빙햄 거동(Bingham behavior)의 특성을 나타낸다.

<15> 19세기말에 최초로 개발된 전기변성유체는 액체만으로 구성되었으나, 이러한 전기변성유체는 만족할 만한 결과를 제공하지는 못하였다(Duff, A. W., Physical Review, Vol. 4, No. 1, 23(1986)).

<16> Winslow에 의해 최초로 제안된 고체 분산 시스템은 종전에 비하여 상당한 진보를 가져다주었으며(Winslow, W. H., J. of Applied Physics, Vol. 20, 1137(1949)), 그 이후부터 전도성 입자가 비전도성 용매에 분산되어 있는 시스템에 대한 연구가 계속되고 있다.

<17> 전도성 입자로 사용되어져 온 물질의 예로는 실리카겔, 수용성 전분, 반도체성 물질 등을 들 수 있다.

<18> 그 중에서 수계성 물질인 수용성 전분을 전도성 입자로 함유하는 전기변성유체는 수분 함량이 적어도 5 중량% 이상이 되어야 ER 효과를 나타내는 것으로 알려져 있다. 즉, 수용성 전분을 함유하는 전기변성유체의 수분 함량이 5 중량% 미만인 경우, 전기변성유체의 가역성이 급격히 떨어져 전기변성유체로는 더 이상 사용할 수 없게 된다. 그러나, 과도한 수분 함량은 장치의 부식을 유발할 수 있으며, 작동 온도 범위를 한정시키고, 상당한 전기 소비를 유발한다는 점에서 바람직하지 못하다.

<19> 이에 따라, 종래의 전기변성유체와 동일하게 수용성 전분을 전도성 입자로 함유하고, 수분 함량이 5% 미만이면서도 뛰어난 ER 효과를 나타내는 전기변성유체가 제안되었다. 그러나, 이러한 ER 유체는 좁은 곡관이 있는 각종 응용 장치에 적

용될 경우 침전이 발생하고, 이로 인하여 유동성이 저하되는 단점이 있다. 이러한 현상이 발생할 경우, 응용 장치 내부가 입자로 막히게 되어 원하는 성능 구현이 어렵게 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 따라서, 본 발명의 목적은, 침전 발생 및 유동성 저하와 같은, 수용성 전분을 전도성 입자로 함유하는 종래의 전기변성유체의 문제점을 해결하여, ER 효과를 유지하면서도, 유동성이 향상된 전기변성유체를 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<21> 상기의 본 발명의 목적은 수용성 전분을 전도성 입자로서 함유하고, 수분 함량이 5 중량% 미만이며, 유체의 유동성 향상 및 입자의 침전 현상을 완화하기 위한 첨가제가 함유되어 있는 전기변성유체를 제공하는 것에 의하여 달성된다.

<22> 즉, 본 발명에 따른 전기변성유체는 수용성 전분, 유체의 총 중량에 대하여 5 중량% 미만의 수분, 첨가제 및 비전도성 용매를 함유한다. 이하에서는 본 발명의 구성을 상세히 설명한다.

<23> 유체 중의 수용성 전분의 함량은 유체의 총 중량에 대하여 5 - 70 중량%, 바람직하게는 20 - 60 중량%, 가장 바람직하게는 30 - 60 중량%이다.

<24> 본 발명의 구체례에 따르면, 수용성 전분의 함량이 증가할수록 전기변성유체의 특성이 향상된다. 그러나, 입자의 함량을 상기와 같이 한정하는 이유는, 유체 중의 전분 입자의 중량비가 너무 작을 경우에는 ER 효과가 너무 작고, 너무 큰 경우에는 ER 효과는 좋지만 전류밀도가 너무 높고 쇼트의 우려가 있을 뿐 아니라, 전

기장 무부하 시의 점도가 너무 높아지면 응용 장치에 적용할 때, 점도와 관계 있는 기계적 특성인 최저 댐핑력 등이 너무 높게 되므로 좋지 않기 때문이다. 수용성 전분의 입경은  $10\mu\text{m}$  미만인 것이 바람직하다.

<25> 유체 중 수분 함량은 5 중량% 미만, 바람직하게는 3 중량% 미만, 가장 바람직하게는 1 중량% 미만(단 0은 포함하지 않는다)이며, 첨가제의 함량은 1 중량% 미만, 바람직하게는 0.2 중량% 미만(단 0은 포함하지 않는다)이다.

<26> 본 발명에서 비전도성 용매로 사용될 수 있는 물질은 특별히 제한되지 않는다. 즉, 전기변성유체에 사용되는 용매 이외의 다른 성분(즉, 수용성 전분과 기타 다른 성분)에 영향을 미치지 아니하고, 통상의 작동 온도 범위 내에서 적절한 안정성을 가지며, 다량의 전도성 입자를 함유할 수 있기 위하여 전기장 무부하 시에는 점도가 낮은 것이면 어떤 용매라도 사용 가능하다. 그 예로는 실리콘 오일, 변압기 오일(transformer oil), 변압기 인슐레이팅 용액(transformer insulating fluid), 미네랄 오일, 올리브 오일 또는 이들의 혼합물을 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

<27> 본 발명의 전기변성유체는 비전도성 용매와 수용성 전분의 특성에 악영향을 미치지 않는 다른 물질들을 함유할 수 있으며, 그 예로는 방향족 히드록시 화합물(미국특허 제 5,683,620호) 및 실리카겔을 포함하는 다른 전도성 입자 등을 들 수 있다.

<28> 본 발명의 전기변성유체는 유체에 함유된 다른 성분에 악영향을 미치지 않으며, 통상의 작동 온도 범위 내에서 적절한 성능을 발휘할 수 있고, 전기변성유체의 유동성을 향상시키며, 침전현상을 방지하는 역할을 하는 첨가제를 포함하는 것을 특징으로 한다. 상기 첨가제는 계면 활성제일 수 있으며, 그 예로는 SPAN80, BRIJ30, NP20 및 이들의 혼합물을 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- <29> 이하에서는 본 발명에 따른 전기변성유체를 제조하는 방법에 관하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 전기변성유체를 제조하는 바람직한 방법을 도시한 것이다. 즉, 본 발명의 전기변성유체는 수용성 전분을 분쇄 및 건조시키고, 이를 비전도성 용매와 혼합한 다음, 증탕 가열하는 것에 의하여 제조된다.
- <30> 보다 구체적으로는,
- <31> 1) 수용성 전분 입자(103)를  $10\mu\text{m}$  미만의 크기를 갖도록 분쇄기(141)에서 분쇄하고,
- <32> 2) 분쇄된 수용성 전분 입자(103)를  $35 - 45^{\circ}\text{C}$ 의 온도와 30 - 50%의 상대습도를 갖는 항온 항습기(142)에서 건조시키고,
- <33> 3) 비전도성 용매(102)에 첨가제를 필요한 중량비로 섞은 다음, 충분히 저어주고,
- <34> 4) 건조된 수용성 전분 입자(103)와 비전도성 용매(102)를 용기(143) 내에 적당한 중량비로 넣어주고,
- <35> 5) 얻어진 유체를  $100 - 150^{\circ}\text{C}$ 의 기름 증탕(144)으로 가열처리하고,
- <36> 6) 가열처리한 전기변성유체(101)를 입자의 크기가 균일하게 잘 섞이도록 분쇄기(145)에서 분쇄한 다음,
- <37> 7) 제조된 전기변성유체(101)를 병(146)에 보관하는 공정으로 구성된다.
- <38> 상기 단계 5)에서 유체를 가열처리 하는 것은 유체 내에 포함되어 있는 미량의 수분까지 제거하기 위함이며, 이에 따라 그 온도 범위는  $100^{\circ}\text{C}$  이상이 되는 것이 바람직하다.

- <39> 따라서, 상기와 같은 공정에 의하여 전기변성유체(101)의 수분 함량이 5 중량% 미만, 바람직하게는 3 중량% 미만, 가장 바람직하게는 1 중량% 미만(단, 0은 포함하지 않는다)으로 유지된다. 전기변성유체 중의 수분 함량 범위는 상기 2)의 공정 중 항온 항습기의 온도와 상대 습도의 범위를 조절하는 것에 의하여 조절될 수 있다.
- <40> 도 3a 및 3b의 미시적 현미경 사진은 본 발명의 전기변성유체가 전기장 부하 시에 실제로 ER 효과를 나타냄을 보여준다. 도 3a에 도시한 바와 같이, 전기장이 부하되지 않았을 시에 비전도성 용매 중에 분산된 수용성 전분 입자는 뉴토니안 유체의 특성을 나타낸다. 그러나, 전기장이 부하되면, 평행한 두 전극에 수직인 전기장 방향으로 수용성 전분 입자가 체인 구조를 형성하여 항복응력이 증가하는 빙햄 거동 특성을 나타낸다는 것을 알 수 있다(도 3b). 이 현미경 사진은 간격이 1mm인 평행한 전극에서 3kV/mm의 전기장을 부하시켜 촬영한 것이다.
- <41> 전기변성유체에 함유된 첨가제의 영향을 고려하기 위하여 상온에서 전기장 부하에 따른 특성 변화를 관찰하였으며, 그 결과를 도 4 - 11에 나타내었다.
- <42> 도 4 - 6은 수용성 전분을 포함하는 전기변성유체에, NP20, SPAN80 및 BRIJ30을 각각 0.2 중량%씩 첨가한 세 종류의 전기변성유체의 빙햄 특성 실험 결과이다. 도 4 - 6에 나타낸 결과가 얻어진 시료에 있어서, 비전도성 용매에 대한 수용성 전분의 비율은 모두 35 중량%이었으며, 전분 입자를 용매에 분산시키기 전에 마이크로웨이브에서 210초 동안 가열하였고, 제조된 전기변성유체를 고온에서 15분 동안 가열 처리하였다. 각각의 결과를 비교하여 보면, BRIJ30을 첨가하였을 경우의 항복응력이 가장 크게 나타남을 알 수 있다.

- <43> 도 7은 수용성 전분을 포함하는 전기변성유체에, NP20과 SPAN80을 각각 0.2 중량%씩 첨가하여 총 0.4 중량%의 첨가제가 사용된 전기변성유체의 빙핵 특성 실험 결과이다.
- <44> 도 8은 수용성 전분을 포함하는 전기변성유체에, BRIJ30 및 SPAN80을 각각 0.2 중량% 첨가하여 총 0.4 중량%의 첨가제가 사용된 전기변성유체의 빙핵 특성 실험 결과이다.
- <45> 도 9는 수용성 전분을 이용한 전기변성유체에 BRIJ30, SPAN80 및 NP20을 각각 0.2 중량% 첨가하여 총 0.6 중량%의 첨가제가 사용된 전기변성유체의 빙핵 특성 실험 결과이다. 도 7 - 9에 나타낸 결과가 얻어진 시료에 있어서, 유체 중의 수용성 전분의 함량은 모두 35 중량%이었으며, 수용성 전분 입자를 용매에 분산시키기 전에 마이크로웨이브에서 210초 동안 가열하였고, 제조된 전기변성유체를 고온에서 15분 동안 가열 처리하였다. 도 7 내지 9를 비교하여 보면, 첨가제를 많이 혼합할수록 유체의 성능이 점차 떨어지는 것을 알 수 있다.
- <46> 상기와 같은 실험 결과를 바탕으로 하여, 최적의 첨가제로 확인된 BRIJ30을 0.2 중량% 함유하는 전기변성유체를 제조하여, 온도에 따른 빙핵 특성 실험을 전단모드 및 유동모드에서 각각 실시하여 그 결과를 도 10 및 11에 나타내었다.
- <47> 도 10은 전단모드 하에서 온도에 따른 빙핵 특성 실험 결과를 나타낸 것이다. BRIJ30은 다른 계면활성제와 달리 첨가하더라도 전기변성유체의 점도가 그리 높아지지 않으며, 오히려 다른 전기변성유체에 비하여 유동성을 향상시킨다. 이에 따라, 점도 30cS인 용매를 사용하여, 0.2 중량%의 계면활성제 BRIJ30 및 45 중량%의 전분 입자를 함유하는 전기변성유체를 제조하여 온도에 따른 빙핵 특성을 실험하였다. 이 때, 상온에서

5kV/mm의 전기장 부하시  $54\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 의 전류밀도로 1,200Pa의 항복응력을 나타내었다. 온도를 50℃로 상승시킨 결과 4kV/mm의 전기장 부하시 항복응력의 크기가 1,500Pa로서 매우 높은 것으로 나타났으나, 이 때의 전류밀도는 약  $200\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 로 고전압 공급기의 용량을 초과하는 것이다. 고전압 공급기가 공급할 수 있는 약  $100\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 의 전류밀도에서는 약 3.5kV/mm의 전기장을 부하할 수 있고, 이 경우 약 1,300Pa의 항복응력을 나타내고 있다. 그러나, 온도가 70℃인 경우 약 550Pa의 항복응력을, 100℃인 경우 약 250Pa의 항복응력에서 전류밀도가 최대 상한값을 넘게 되므로, 더 이상의 성능을 기대하기 어려울 것이다. 따라서, 본 전기변성유체는 50℃ 내외를 상한으로 하여 실험을 실시할 경우에 만족할만한 성능을 나타낼 것이다.

<48> 도 11은 유동모드형 전기 점도계에서 온도에 따른 빙햄 특성 실험을 실시한 결과를 나타낸 것이다. 전류밀도의 크기를  $100\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 로 제한하더라도 모든 온도 영역에서 5,000Pa 이상의 항복응력을 나타내므로, 응용 장치에 적용할 경우 매우 우수한 성능 재현성을 보일 것이다.

<49> 본 발명에 사용된 수용성 전분은 극성 용매에만 선택적으로 용해되는 물질로서, 비전도성 용매인 실리콘 오일 등에 분산되어 전도성 입자가 극성을 띠게 되는 전기적 분극 현상(electrical polarization)이 발생하며, 이는 ER 효과의 원인이 된다. 분극 현상에는 전자 분극, 이온 분극, 분자 분극 등이 있으며, 이들 현상은 독립적으로 이루어지는 것이 아니라 복합적으로 발생하게 된다. 수용성 전분의 경우도 마찬가지로 이들 분극 현상이 복합적으로 발생하여 ER 효과가 나타나게 된다고 볼 수 있다.

<50> 본 발명에 따른 유체의 특성을 상용 장비인 레오미터(Rheometer)를 이용하여 측정되었다. 그러나, 전기변성유체의 주요 특성인 전기장 인가에 따른 항복응력 및 전류밀도

는 기본적인 레오미터 기능에 전기장 및 온도 변화를 가할 수 있는 기능이 추가된 장비를 이용하여 측정되었다.

#### 【발명의 효과】

- <51> 본 발명에 따른 전기변성유체는 수용성 전분 또는 용해성 수용성 전분을 사용하는 종래의 전기변성유체가 나타내는 문제점, 즉, 고온에서는 ER 효과가 나타나지 않거나 전류밀도가 높아 실제 응용 장치에 사용할 수 없는 단점을 해결함으로써, 어떠한 온도 영역에서도 ER 효과를 잘 나타낸다는 것이 확인되었다.
- <52> 또한, 응용 장치에 적용 시에 문제점을 지적되어 오던 침전 현상 및 유동성 부족 현상이 개선되었고, 응용 장치에 적용하여 제어를 하는 경우에 중요시되는 반응 시간(response time)이 매우 짧으며, ER 효과를 나타내는데 필요한 전류량이 매우 작으므로 전력 소모량이 적으며, 전기장 변화에 대하여 안정된 빙햄 거동을 보인다는 장점이 있다.
- <53> 이러한 특성은 현가 장치, 제진대, 엔진 마운트 등의 제어가 가능한 가변감쇠 기구나 브레이크, 클러치 등의 동력 장치에 응용 가능하며, 자동차 및 항공 산업 등을 비롯한 많은 분야에서 적용이 가능하다.



**【특허청구범위】****【청구항 1】**

수용성 전분 입자, 유체의 총 중량에 대하여 5 중량% 미만(단, 0은 제외)의 수분, 유동성 향상과 침전 현상 방지를 위한 첨가제 및 비전도성 용매를 포함하는 전기변성유체.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 수분 함량이 3 중량% 미만(단, 0은 제외)인 전기변성유체.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서, 상기 수분 함량이 1 중량% 미만(단, 0은 제외)인 전기변성유체.

**【청구항 4】**

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 비전도성 용매가 실리콘 오일, 변압기 오일, 변압기 인슐레이팅 용액, 미네랄 오일, 올리브 오일 및 이들의 혼합물로 구성된 군에서 선택되는 전기변성유체.

**【청구항 5】**

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 수용성 전분의 함량이 유체의 총 중량에 대하여 5 - 70 중량%인 전기변성유체.

**【청구항 6】**

제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 수용성 전분이 분쇄 및 건조된, 10 $\mu$ m 미만의 크기를 갖는 입자상인 전기변성유체.

**【청구항 7】**

제 6 항에 있어서, 추가적인 가열처리에 의하여 제조되는 전기변성유체.

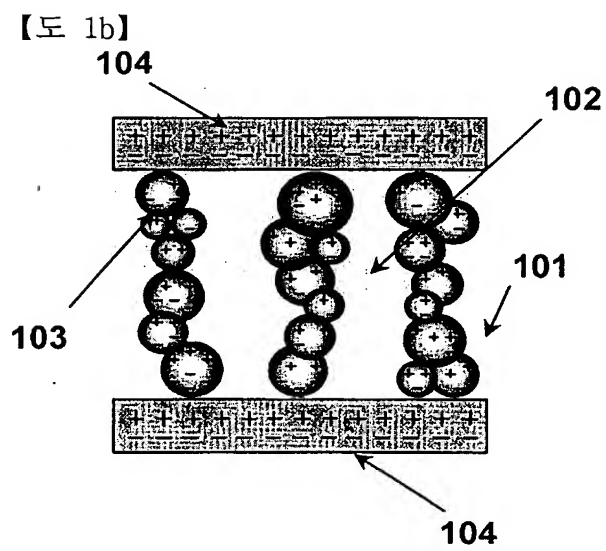
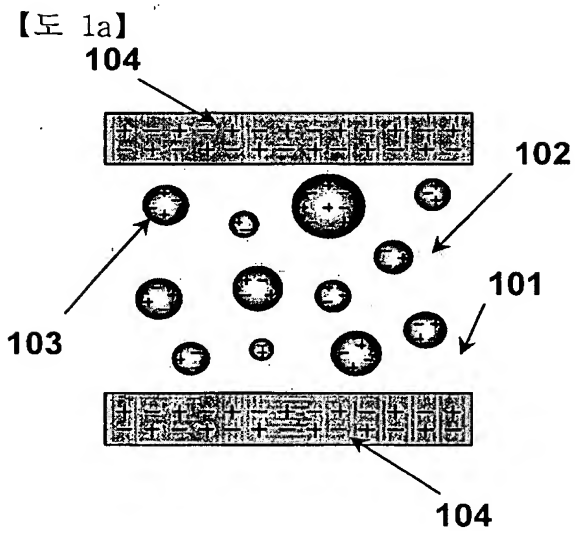
**【청구항 8】**

제 1 항에 있어서, 상기 첨가제가 계면 활성제이고, 그 함량이 유체의 총 중량에 대하여 1 중량% 미만(단, 0%는 제외)인 전기변성유체.

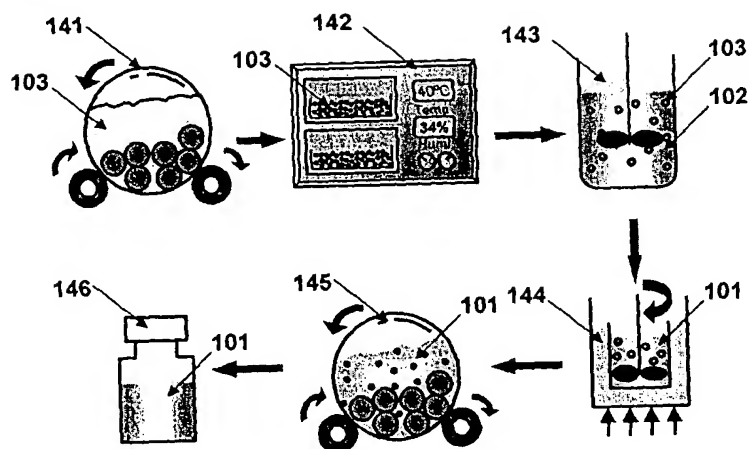
**【청구항 9】**

- 1) 수용성 전분 입자를  $10\mu\text{m}$  미만의 크기를 갖도록 분쇄기에서 분쇄하고,
- 2) 1) 에서 얻어진 전분 입자를  $35 - 45^{\circ}\text{C}$  의 온도와 30 - 50%의 상대습도를 갖는  
항온 항습기에서 건조하고,
- 3) 비전도성 용매와 첨가제를 혼합한 다음,
- 4) 3) 에서 얻어진 비전도성 용매와 첨가제의 혼합물에, 2)에서 얻어진 수용성 전  
분 입자를 비전도성 용매에 대하여 5 - 70 중량%가 되도록 혼합하고,
- 5) 4)에서 얻어진 유체를  $100 - 150^{\circ}\text{C}$  의 기름 중탕에서 가열 처리한 다음,
- 6) 5)에서 얻어진 유체를 입자가 균일하게 잘 섞이도록 분쇄기에서 분쇄하는 공정  
을 포함하는, 전기변성유체의 제조방법.

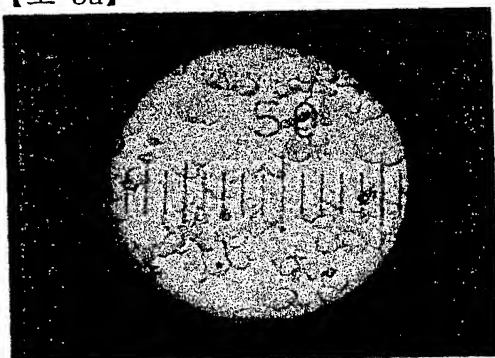
【도면】



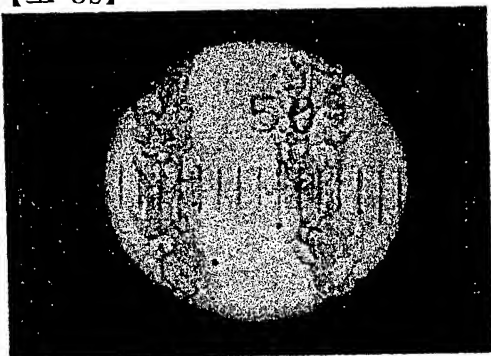
【도 2】



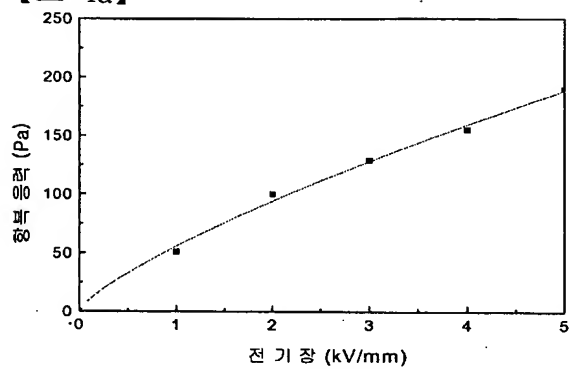
【도 3a】



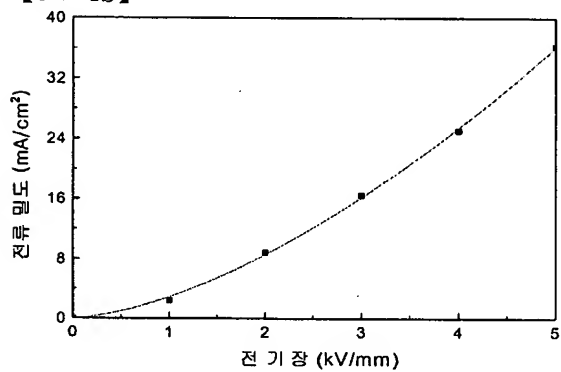
【도 3b】



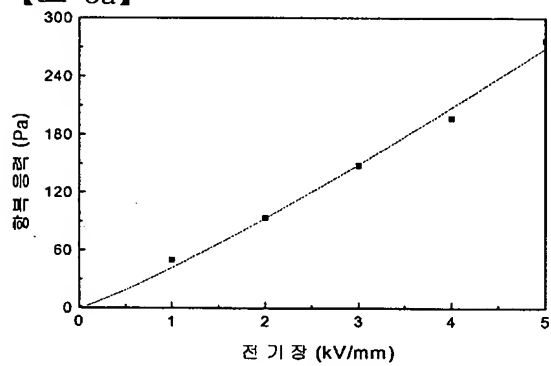
【도 4a】



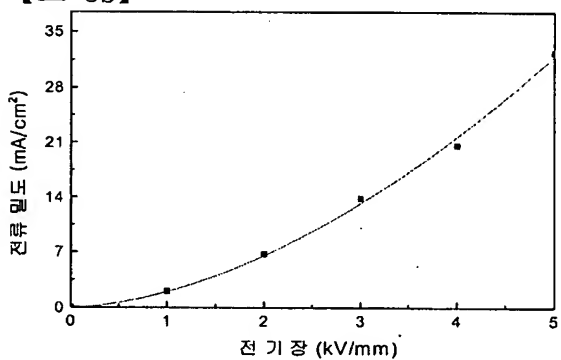
【도 4b】



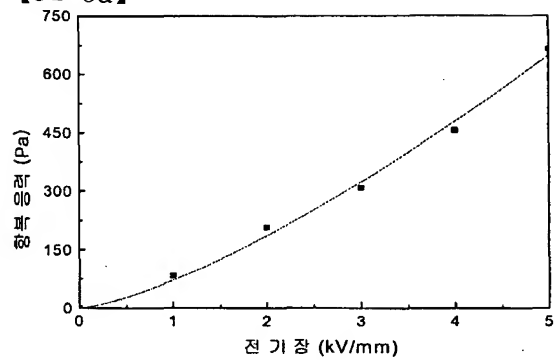
【도 5a】



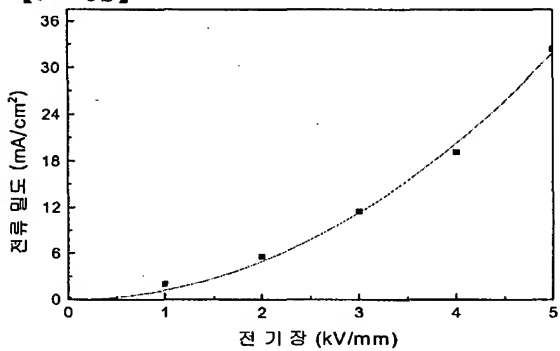
【도 5b】



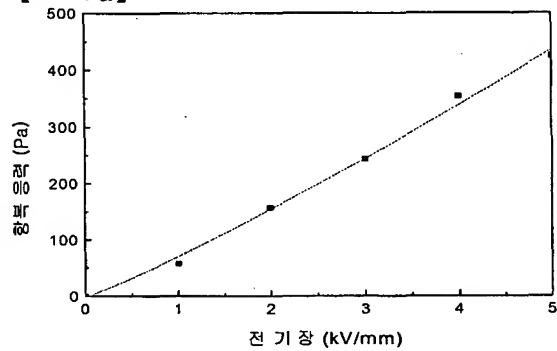
【도 6a】



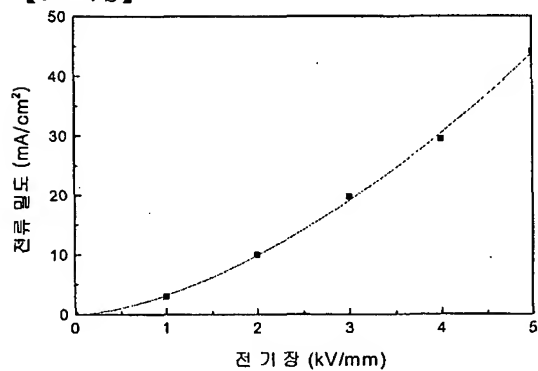
【도 6b】



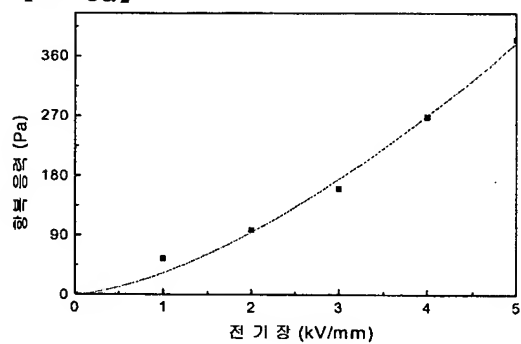
【도 7a】



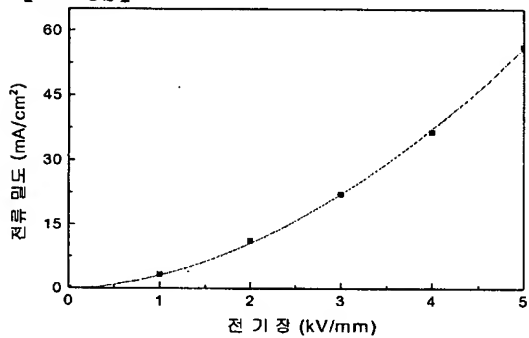
【도 7b】



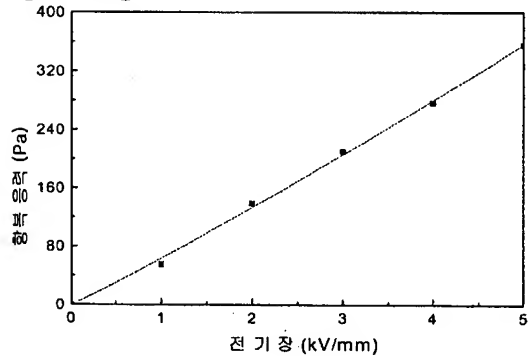
【도 8a】



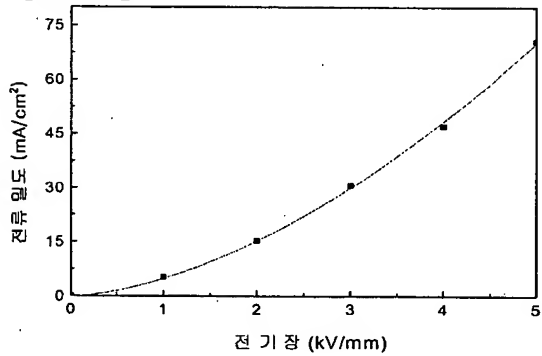
【도 8b】



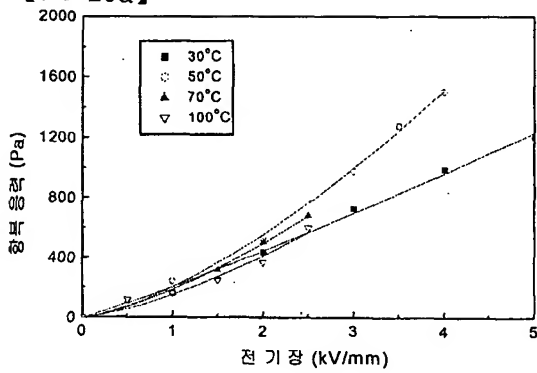
【도 9a】



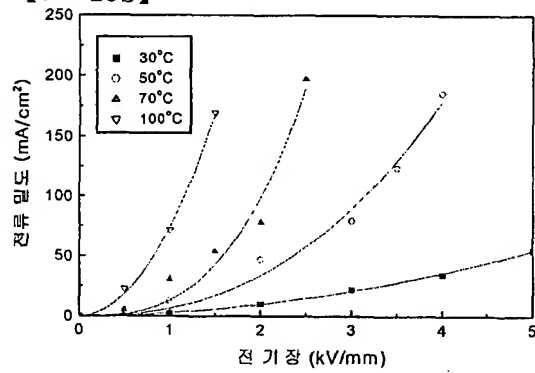
【도 9b】



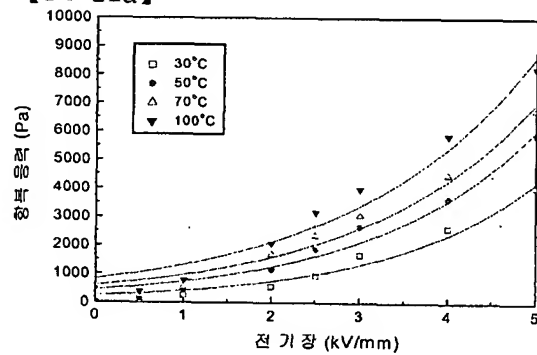
【도 10a】



【도 10b】



【도 11a】



【도 11b】

